Аппаратно-программные комплексы для систем комплексной безопасности объектов трубопроводного транспорта

Н.А. Махутов

д.т.н., проф., заместитель академика-секретаря отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, руководитель РГ «Риск и безопасность» при президенте РАН, член-корр. РАН

Л.В. Балановский

генеральный директор НП «Объединение организаций по электрической, электромагнитной, информационной безопасности и совместимости»

В.Л. Балановский

вице-президент проблемного отделения «Электромагнитная безопасность» Академии проблем качества РФ, действительный член АПК

Е.Т. Дюндиков

к.т.н., начальник отдела ООО «Орлан»

С.П. Габур

к.э.н., зам. председателя совета НП «Объединение промышленных экспертов»

В.И. Романюк

к.физ.-мат.н., директор института развития НИЯУ МИФИ

А.Ю. Авдонов

Зам. директора института развития НИЯУ МИФИ

Создание и эксплуатация объектов инфраструктуры топливно-энергетического комплекса производится на основе соблюдения новых требований к приемлемым уровням рисков энергообеспечения, энергоэффективности, энергосбережения. Защита этих объектов от тяжелых катастроф составляет суть перехода на новый уровень государственного стратегического планирования и к обеспечению высокого качества жизни населения нашей страны.

В последнее время ведущие государства мира осуществляют интенсивное совершенствование и внедрение передовых технологий в области радиоэлектроники и автоматизации, на базе которых создают современные системы и комплексы защиты и охраны государственно важных объектов – в первую очередь объектов транспортной инфраструктуры топливно-энергетического комплекса. Такой подход обеспечивает не только компенсацию количественных сокращений состава и средств охранных структур, но и позволяет более эффективно решать возложенные на них оперативно-служебные задачи по физической защите объектов трубопроводного транспорта.

Технические средства, разработанные на перспективных информационных технологиях, должны позволить в короткое время и с минимальными затратами решить задачу освещения обстановки на территории объекта, в первую очередь в целях принятия решения руководством всех уровней организации, эксплуатирующей объект.

В условиях быстро меняющейся обстановки появляется необходимость оперативного анализа и обработки возрастающих информационных потоков для принятия эффективных решений. Для оперативного упреждения и противодействия деструктивным природным, техногенным факторам и актам незаконного вмешательства системы комплексной безопасности должны на основе информации об изменениях обстановки и состоянии контролируемых объектов формировать перечень управляющих воздействий. Это достигается с помощью повышения оперативности процесса анализа разнородных данных и их интеграции в единую и наглядную форму, отражающую изменения, происходящие в защищаемом объекте и его элементах.

Получить достоверные, а главное – своевременные сведения о положении, состоянии и характере несанкционированных действий очень слож-

academquality.ru

но в условиях повышенного уровня естественных и искусственных помех. Вывод из нештатной ситуации, перевод в безопасное состояние защищаемого объекта, который является динамической системой, требует оперативного и своевременного принятия решений, формируемых на основе результатов комплексного анализа поведения, корреляционных свойств совокупности критически важных контролируемых параметров и оценки возможных последствий его аномального функционирования. Существующий порядок сбора данных, их обработки для формирования результатов анализа причин возникновения, развития и исходов катастроф свидетельствует о том, что получение в реальном масштабе времени достаточной совокупности достоверных данных для оперативного выявления причин аномального функционирования и определения его последствий на основе идентификации и прогнозирования происходящих при самоорганизации нештатных ситуаций процессов деградационных изменений свойств элементов инфраструктуры объектов трубопроводного транспорта и, следовательно, значений параметров, по которым оценивается состояние динамической системы при существующем методическом, программном и аппаратном обеспечении функционирования средств мониторинга затруднено и в большинстве случаев невозможно. Знания особенностей функционирования контролируемых объектов трубопроводного транспорта различных типов, содержания требований по оперативности и форме представления результатов анализа процессов самоорганизации нештатных ситуаций, предъявляемых к системам мониторинга, составляют основу для организации его проведения и интеллектуальной обработки результатов.

При этом необходимо иметь в виду, что прогнозирование развития обстановки является сложной задачей, поэтому большинство сведений, положенных в основу плана мероприятий по ликвидации последствий воздействий природных и техногенных факторов или актов незаконного вмешательства, могут и будут носить оценочный и предполагаемый характер. Руководство системой безопасности объекта трубопроводного транспорта должно быть готово действовать в быстро меняющейся и крайне агрессивной среде, в очень сложной обстановке. Формирование и оперативное представление перечня организационно-технических мероприятий для минимизации последствий из-за возникающих нештатных ситуаций необходимо выполнить до того, как защищаемый объект перейдет в терминальное состояние. Также требует решения проблема обеспечения целевой дистанционной адаптации свойств бортовой (с использованием беспилотных летательных аппаратов и вертолетов) и наземной части аппаратно-программного комплекса при изменении условий функционирования защищаемых объектов трубопроводного транспорта.

Информационные технологии реализуются аппаратно-программными комплексами, включающими:

- системы датчиков или устройств первичного сбора информации (видеокамер и т.п.), устанавливаемых на элементах, подсистемах объектов;
- сети (проводные или беспроводные), соединяющие датчики с программными комплексами;
- программные комплексы, осуществляющие обобщение, переработку и представление информации о состоянии объекта, выдающие рекомендации, управляющие воздействия, информацию в вышестоящие органы и службы (*рис. 1*).

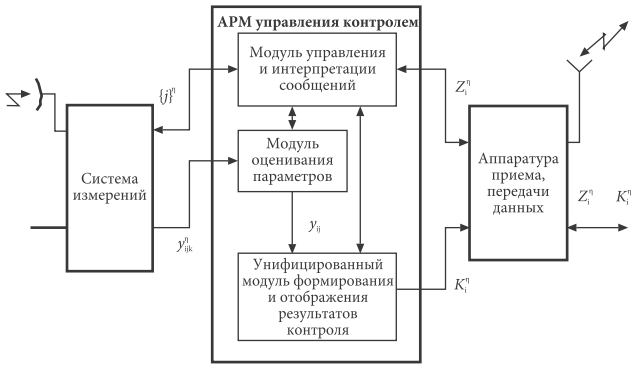


Рис. 1. **Структурная схема аппаратно-программного комплекса по работе с информацией о состоянии объекта**

Структура и последовательность выполняемых процедур включает три этапа, представленные на *рис. 2*.

Одним из путей повышения уровня безопасности, надежности функционирования оборудования для исключения аварий и катастроф, приводящих к взрывам, выбросам в атмосферу, разливам нефти и нефтепродуктов применительно к объектам инфраструктуры трубопроводного транспорта служит разработка специализированного аппаратно-программного комплекса. Он обеспечивает сбор, автоматизацию обработки результатов мониторинга обстановки на объекте трубопроводного транспорта, сформирование электронного паспорта объекта, позволяющего оперативно определять факты изменения обстановки, ее «загрязнения», выявлять факты деструктивного воздействия, в том числе и целенаправленного, злонамеренного.

Аппаратно-программный комплекс (*рис. 3*) позволяет вести единую базу данных монито-

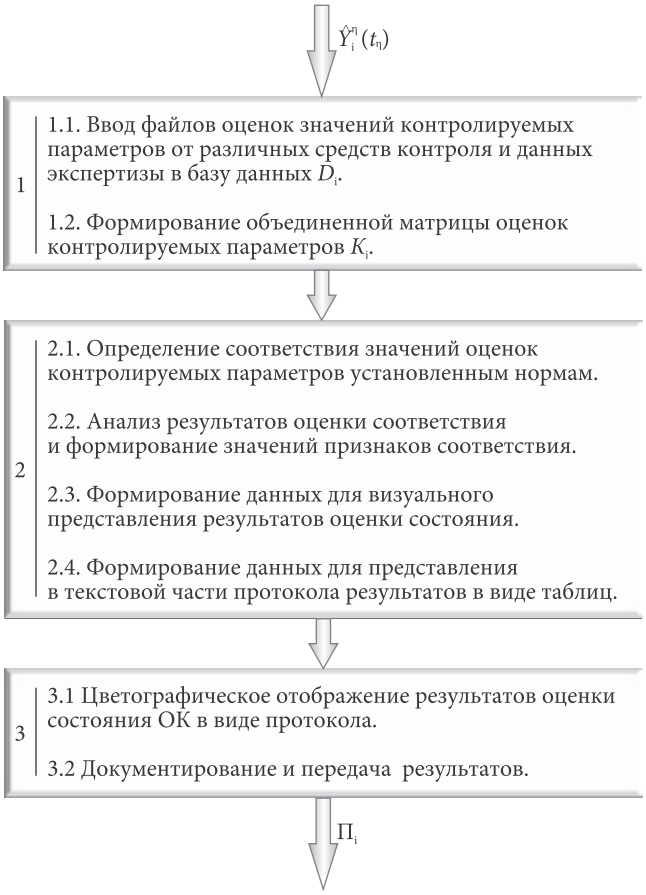
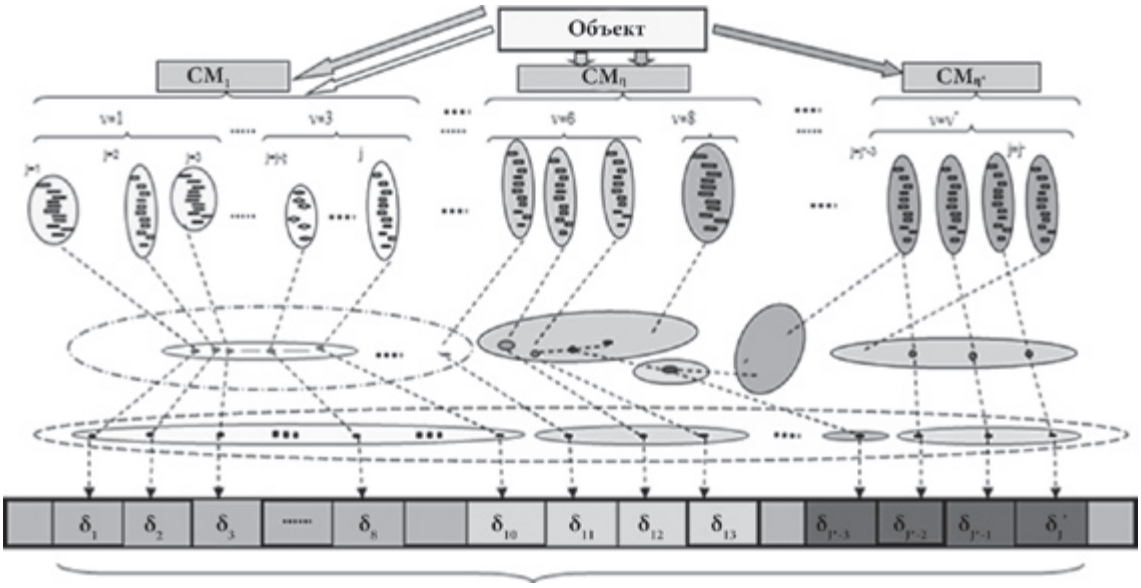


Рис. 2. **Последовательность процедур, выполняемых аппаратно-программным комплексом**



Графический образ объекта инфраструктуры трубопроводного транспорта

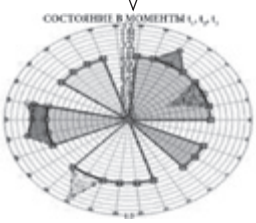


Рис. 3. **Представление обобщенной схемы аппаратно-прграммного комплекса на примере инфраструктуры трубопроводного транспорта**

academquality.ru

ринга критических объектов (*рис. 4*), что дает возможность:

- постоянно наращивать номенклатуру параметров мониторинга;
- постоянно добавлять новые объекты, расширяя информацию об объектах мониторинга;
- делать просмотр полученных результатов по любым критериям выборки;
- строить динамические модели анализа изменений результатов мониторинга во времени;
- строить аналитические модели, раскрывающие критические объекты, уровень отрицательного влияния которых превышает допустимые нормы;
- формулировать рекомендации к уменьшению влияния вредных факторов на экологию;
- применить новые технологии, в том числе и трехмерные, для отображения всех полученных результатов мониторинга, что даст возможность получать визуальную пространственную информацию о состоянии критических объектов.

Комплекс выполняет обработку данных и управление средствами контроля различных подсистем безопасности, информационно-управляющих и диагностических систем. Он формирует и отображает результаты оценки соответствия состояния объекта заданным требованиям. При этом обеспечивается:

- оценка значений характеристик контролируемых элементов защищаемого объекта в масштабе времени, близком к реальному (*рис. 5*);
- формирование и отображение результатов оценки состояния элементов объекта независимо от их типа, количества и физической сущности их параметров;
- комплексирование (интеграция) результатов оценки состояния элементов объекта экспертами, а также с помощью диагностических и систем безопасности в различные моменты времени;

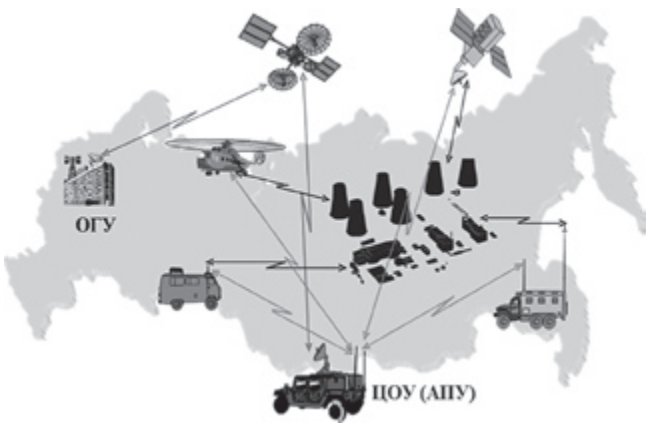


Рис. 4. **Критические объекты**

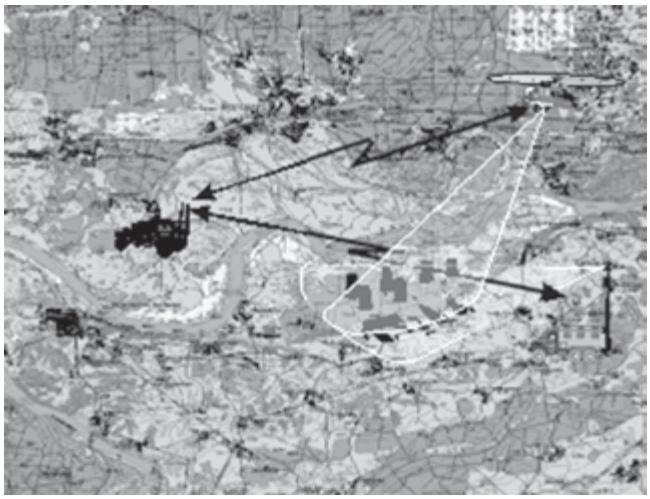


Рис. 5. **Оперативная обстановка на территории объекта трубопроводного транспорта**

- определение тенденций и динамичности изменения значений параметров и состояния элементов объекта;
- нормирование показателей, что делает невозможным использование информации даже в случае ее несанкционированного получения – защита информации.

Состояние объектов трубопроводного транспорта в различные моменты времени отражают отклонения показателей функционирования его отдельных систем от нормального уровня (*рис. 6*). На рисунке показана одна из форм представления такой информации руководству объекта инфраструктуры трубопроводного транспорта. Архитектура описываемого аппаратно-программного комплекса позволяет вводить или модернизировать его частями. Центр тяжести работы по созданию системы комплексной безопасности объектов трубопроводного транспорта, в случае использования данного комплекса, должен быть смещен от поставки, монтажа и пусконаладки в сторону опытной эксплуатации, аналитической целенаправленной работы по интеграции системы комплексной безопасности в систему управления объекта трубопроводного транспорта, который она защищает.

С помощью такого комплекса можно реализовать «человеко-машинную» систему комплексной безопасности, в которой производится самодиагностика машинной составляющей, оценивается текущее психоэмоциональное и соматическое состояние обслуживающего персонала. Анализ состояния персонала и характера принимаемых им решений в реальных критических ситуациях и в процессе систематически проводимых учений позволяет осуществлять профотбор, формировать программы по переподготовке и повышению квалификации специалистов. Эта работа производится не только в интересах организации, эксплу-

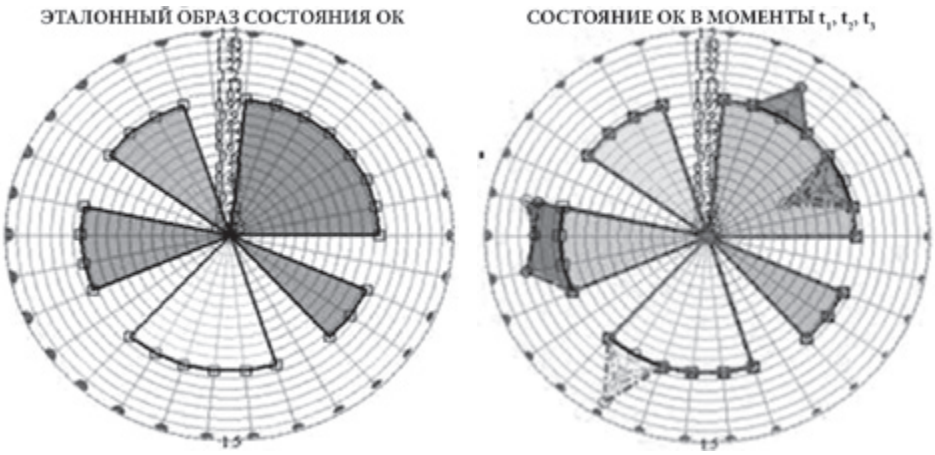


Рис. 6. **Возможность аппаратно-программного комплекса отражать отклонение показателей от нормального уровня**

атирующей систему комплексной безопасности, но и организаций, эксплуатирующих защищаемый объект трубопроводного транспорта, а также сторонних юридических лиц, осуществляющих на законных основаниях деятельность на его территории.

С помощью аппаратно-программного комплекса возможно оперативно определять сходимость и производить уточнение отдельных положений ранее разработанных оценок уязвимости объектов транспортной инфраструктуры, сформировать рекомендации по масштабированию отдельных подсистем безопасности, разработанных в рамках планов обеспечения безопасности объектов транспортной инфраструктуры.

Предлагаемый аппаратно-программный комплекс необходимо рассматривать как основу системы активной безопасности, которая создается для решения проблем защиты объектов трубопроводного транспорта не только блокированием. Включение в его структуру подсистем, осуществляющих дозированное (на первом этапе нелетальное) воздействие с помощью акустических, ультразвуковых, электромагнитных излучений, позволяет активно противодействовать деструктивным актам незаконного вмешательства.

Одной из важнейших проблем, возникающих при создании системы комплексной безопасности объекта, занимающего большую территорию или имеющего большую протяженность, является формирование эффективной проводной или беспроводной сети датчиков. При построении беспроводных сетей систем комплексной безопасности наиболее эффективно использование технологии мобильной децентрализованной широкополосной самоорганизующейся локальной радиосети. К одному радиомодулю такой сети подключается до пяти датчиков, информация от них передается через соседние радиомодули, что позволяет реализовать в системе комплексной безопасности концепцию сетецентрического управления.

Беспроводная телеметрическая сеть («умная пыль») отличается надежностью, быстротой развертывания, самоорганизацией, масштабируемостью, временем передачи информации, пропускной способностью. Это обеспечивает цифровую пакетную передачу данных, речи, видео в режиме многоскачковой ретрансляции (по цепочке, по множеству альтернативных путей в зависимости от состояния сети) с возможностью режима радиомолчания и пониженного энергопотребления. Топология радиосети может быстро изменяться при движении, произвольном входе и выходе (абонентов-датчиков) из сети.

В результате ситуационный центр системы безопасности объекта трубопроводного транспорта получает возможность выполнять обработку и управление средствами контроля различных подсистем безопасности, информационно-управляющих и диагностических систем. При этом он формирует и отображает результаты оценки соответствия состояния объекта заданным требованиям, а в результате обеспечиваются:

- оценка значений характеристик контролируемых элементов защищаемого объекта трубопроводного транспорта в масштабе времени, близком к реальному;
- формирование и отображение результатов оценки состояния элементов объекта трубопроводного транспорта независимо от их типа, количества и физической сущности их параметров;
- комплексирование (интеграция) результатов оценки состояния элементов объекта трубопроводного транспорта экспертами, а также с помощью диагностических и систем безопасности в различные моменты времени;
- определение тенденций и динамичности изменения значений параметров и состояния элементов объекта трубопроводного транспорта;

academquality.ru

- нормирование показателей, делающее невозможным использование информации в случае ее несанкционированного получения.

Реализация дистанционного управления целевой коммутацией информационных потоков и сжатия данных телеконтроля может выполняться на основе использования в базе знаний систем мониторинга специальных управляющих процедур. Такое решение обучаемой системы обработки данных позволяет не только обеспечить сжатие передаваемых между элементами системы мониторинга данных, но и оценивать соответствие, прогнозировать изменения состояния защищаемого объекта, логически формировать рекомендации и команды, необходимые для организации управления оперативным контролем, действиями сил и средств, направленных на минимизацию или недопущение возможного ущерба. Первоочередными направлениями повышения эффективности систем мониторинга объектов инфраструктуры трубопроводного транспорта являются:

- разработка и использование методов, обеспечивающих для идентификации быстротекущих процессов при самоорганизации чрезвычайных или нештатных ситуаций скачкообразное изменение процессов получения и преобразования разнородных данных до требуемого уровня адекватности в реальном масштабе времени моделей;
- обеспечение унификации для всех средств и датчиков процесса формализации и представления знаний об изменениях состояния защищаемого объекта и их последствиях для компактного отображения результатов мониторинга;
- обеспечение защищенности результатов мониторинга от несанкционированного вскрытия.

Скачкообразное изменение в реальном времени уровня адекватности модели преобразования информации обеспечивает сокращение времени оценивания состояния защищаемого объекта и может быть достигнуто использованием адаптивных методов. Эти методы позволяют минимизировать время или полностью устранить ожидания в очереди на обработку, а также не допускают возникновение информационных конфликтов как в аппаратно-программных комплексах мониторинга систем безопасности, так и в аппаратно-программных комплексах систем управления самого объекта инфраструктуры трубопроводного транспорта.

Основные эффекты при интеграции разнородных данных контроля состояния объектов трубопроводного транспорта:

1. Обеспечивается унификация и компактность представления результатов оценки состояния объектов трубопроводного транспорта по всем видам контроля независимо от количества, типов и физической сущности характеристик, единиц измерения и ведомственной принадлежности средств контроля и управления.

2. Снижается уровень требований по пропускной способности к средствам информационного обмена и уменьшается загрузка линий связи для передачи данных о состоянии и команд управления.

3. Обеспечивается комплексная оценка соответствия состояния объектов трубопроводного транспорта установленным нормам при различных видах контроля в масштабе времени, близком к реальному.

4. Обеспечивается повышение точности распознавания состояния и определения причин аномального функционирования элементов объектов трубопроводного транспорта как объекта контроля.

5. Обеспечивается сопряжение существующих и перспективных информационно-управляющих ведомственных систем (ФСБ, МВД, МЧС и т.п.).

6. Минимизируется влияние человеческого фактора на достоверность представляемой информации в процессе формирования результатов контроля.

С самого начала необходимо рассматривать аппаратно-программный комплекс в части решения проблем физзащиты не как основу пассивной системы безопасности, которая осуществляет только блокирование. Включение отдельных элементов дозированного (на первом этапе – нелетального) воздействия с помощью акустических, ультразвуковых, электромагнитных систем позволяют преобразовать ее из пассивной системы в активную.

Первоначальные планы по мере проведения операции по активному противодействию несанкционированному воздействию могут и должны подвергаться существенной корректировке. На практике это означает, что данные обстановки, полученные из различных источников, должны быть переданы на ситуационный пункт управления защищаемого объекта, там восприняты, отображены на карте, проанализированы. На основании этих данных должно быть принято решение, уточняющее (или в корне меняющее) задачи по активному нанесению удара с применением нелетального оружия и устранению последствий несанкционированного воздействия. Потом эти же данные по обстановке вместе с уточненными задачами должны быть доведены до руководителей охранных подразделений, действующих на территории объекта, МЧС, ФСБ, МВД и т.п. Те в свою

очередь должны выработать свои решения, довести их до руководителей групп и т.д. План такой операции по определению не может быть разработан заранее. Динамичность изменений обстановки в процессе выполнения плана по ликвидации последствий несанкционированных воздействий является характерной чертой работы всех уровней иерархии ситуационного центра объекта трубопроводного транспорта.

Рассмотренные здесь технические решения позволяют создавать временные рубежи охраны объектов трубопроводного транспорта и их инфраструктуры, а также масштабировать существующие. Усиленная таким образом инфраструктура позволяет осуществлять активное противодействие природным и техногенным факторам, надежную охрану и вести эффективную борьбу с актами незаконного вмешательства.

Литература

1. Алиев Р.А. и др. Производственные системы с искусственным интеллектом. – М.: Радио и связь, 1990.
2. Балановский Л.В., Головин Д.Л., Сарылов О.В. Создание системы электромагнитной безопасности технических систем для аэрокосмических комплексов Российской Федерации, Качество и жизнь, № 4, 2010.
3. Балановский Л.В., Головин Д.Л. Классификация электромагнитных воздействий, возникающих при эксплуатации сложных технических систем, Материалы всероссийского конкурса «Проектно-конструкторские и производственные вопросы создания перспективной авиационной техники», М. 2009.
4. Балановский Л.В., Головин Д.Л. Управление качеством испытаний на электромагнитную совместимость и функциональную безопасность- основа инновационного подхода к созданию сложных технических систем, Сб. Международной научно-практической конференции «Менеджмент качества инновационной деятельности по развитию научно-технологического комплекса России: практика и перспективы, М. 2009 г.
5. Везенов В.И., Новиков Ю.А. Организация вычислительного процесса в системах сбора измерительной информации. Информационные технологии. 2007, № 1. С. 69-73.
6. Каазик Ю.Я. Математический словарь. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007.
7. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики: Хаос, структуры, вычислительный эксперимент. Изд.5-е.-М.: Издательство ЛКИ, 2007. – 312 с.
8. Острейковский В.А., Швыряев Ю.В. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 352 с.
9. Потапов А.А., Гуляев Ю.В., Никитов С.А., Пахомов А.А., Герман В. А.. Новейшие методы обработки изображений.-М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
10. Патент на изобретение, Россия, № 2296421, МПК H 04 B 7/185, 2007. Система автоматизированного контроля состояния потенциально опасных объектов Российской Федерации в интересах обеспечения защиты от техногенных, природных и террористических угроз.
11. Патент на изобретение, Россия, № 2138849, МПК G06F19/00, 1999, Способ анализа состояния многопараметрического объекта или процесса.
12. Чернышов А.В. Система ввода, обработки и документирования измерительной информации рабочего места контроля бортовой телеметрической аппаратуры. Информационные технологии. 2007, № 2. С. 58-60.

Научные технические конференции. Октябрь 2014

09.10.14. Белгород
Юбилейная международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова «Наукоемкие технологии и инновации (XXI научные чтения)»

15.10.14. Ростов-на-Дону
Седьмая Международная научно-практическая конференция «ТрансЖАТ-2014» Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте

20.10.14. Москва
Международная конференция «Композиционные материалы на древесных и других наполнителях»

21.10.14. Новосибирск
XXV Студенческая международная научно-практическая конференция «Научное сообщество студентов XXI столетия» Технические науки

22.10.14. Новосибирск
XXXIX Международная научно-практическая конференция «Технические науки – от теории к практике»

30.10.14. Москва
Всероссийская научно-техническая конференция, посвященная теоретическим и прикладным проблемам развития и совершенствования автоматизированных систем управления специального назначения «НАУКА И АСУ – 2014»

30.10.14. Москва
Всероссийская конференция «Технологическое развитие России: ключевые проблемы и решения»